

**SADF 중공사막 모듈을 이용한
오·폐수처리 실증사례**

최 송 휴
(대한통운 환경사업소)

SADF 중공사막 모듈을 이용한

오·폐수 처리 실증사례

(신형 중공사막을 이용한 MBR 공법의
유량변동 적응성 고찰)

 대한통운(주) 환경사업소
소장 최 승 후

목 차

- 목적
- 실험장치
- 기본사양
- 원수수질
- 유입변동 Pattern
- 실험조건
- 실험결과 - Pattern 1
- 실험결과 - Pattern 2, 3, 4

목 차

- 유입수량 변동에 따른 대응성
- 저수온시 유량변동 실험
- 동절기 Pattern 2의 처리수질 변화
- 각 Pattern에 따른 투과유속변화
- 결론

목 적

- MBR 공법에 있어서 원수유량변동에 대한 대응방법
 - ✓ 유량조정조를 적절히 설계
 - ✓ 호기조, 무산소조의 유량조정기능을 기대
 - ✓ 투과유속의 향상

- 본 연구에 있어서는
 - ✓ 막투과유속이 높은 중공사막을 이용(Unit의 Compact화)
 - ✓ 신형분리막의 운전조건 조사
 - ✓ 유일유량변동에 대한 대응 가능여부의 기초조사를 시행

실험장치 (반응조)

- 원수 : 분류식의 최초침전지 유입수
- 반송률 : 200%
- 수조 : $5.8\text{m}^3 \times 2\text{조}$ (수심 4m)
- HRT : 무산소조 3hr / 호기조 3hr

실험장치 (반응조)

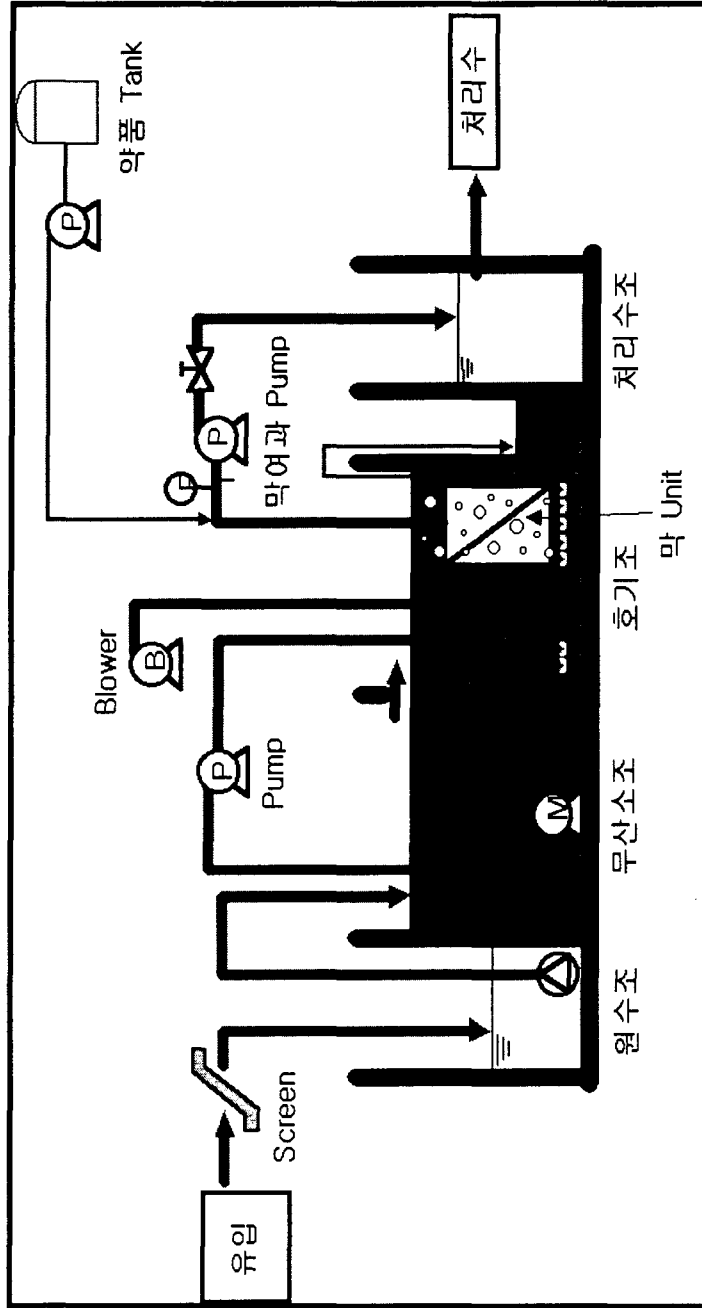
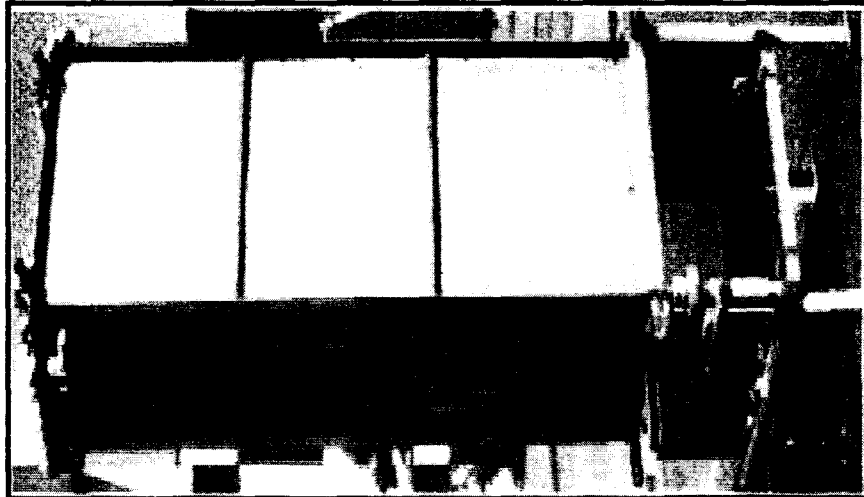


그림 1. 실험장치 개략도

기본 사양



- 처리수량 : 46.4m³/d
- MLSS농도 : 8,000~10,000mg/ℓ
- 막투과유속 : LV=0.8m/d
- 공칭공경 : 0.4μm
- 막 종류 : MF 중공사막
- 막재질 : PVDF
- 막면적 : 58m²

그림 2. 분리막포레이팅

원수수질(생활오수)

표 1. 원수조성

항 목	유입수내 농도
BOD (mg/l)	150 (83~215)
COD _{Mn} (mg/l)	92 (52~115)
TOC (mg/l)	110 (60~136)
SS (mg/l)	190 (100~263)
T-N (mg/l)	33 (22~37)
NH ₄ -N (mg/l)	21 (13~25)
PO ₄ -P (mg/l)	2.0 (1.7~2.6)

유입변동 - Pattern 1

Pattern 1 : 정유량유입 Q = 1

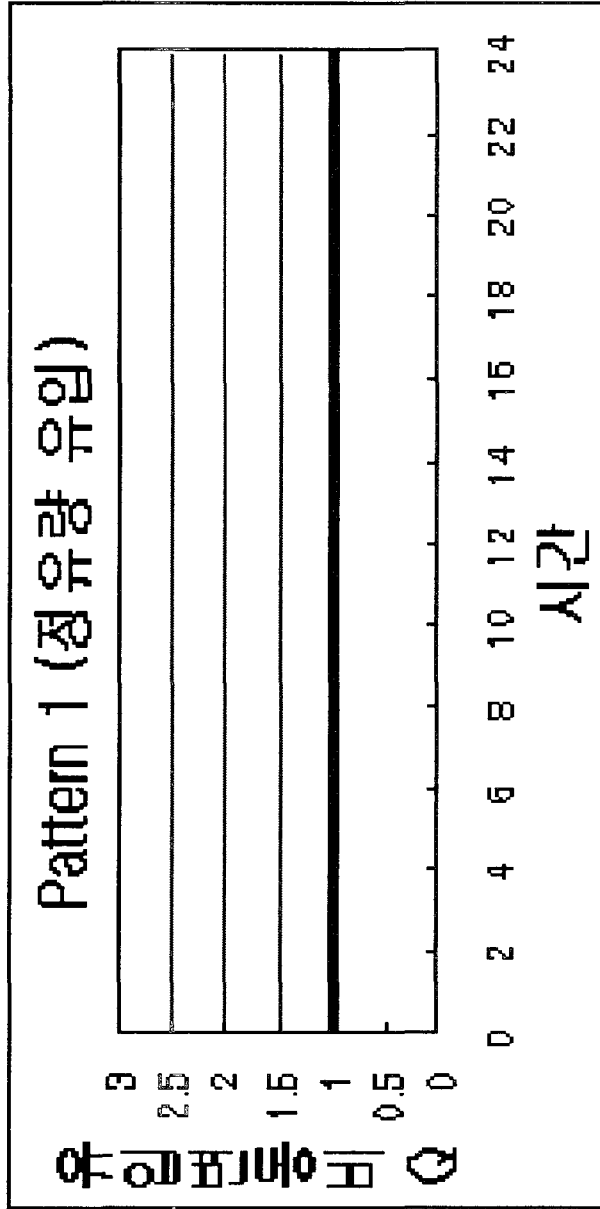


그림 3. 원수 유입 Pattern

유입변동 - Pattern 2

Pattern 2 : 0.6~1.4Q

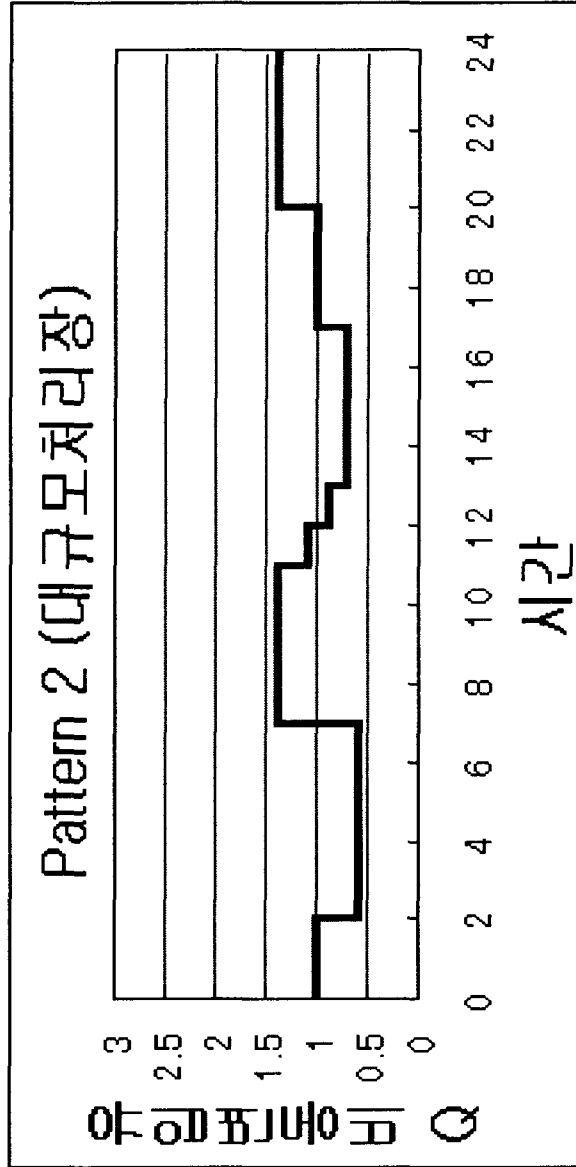


그림 3. 원수 유입 Pattern

유입변동 - Pattern 3

Pattern 3 : 0.2~2.0Q

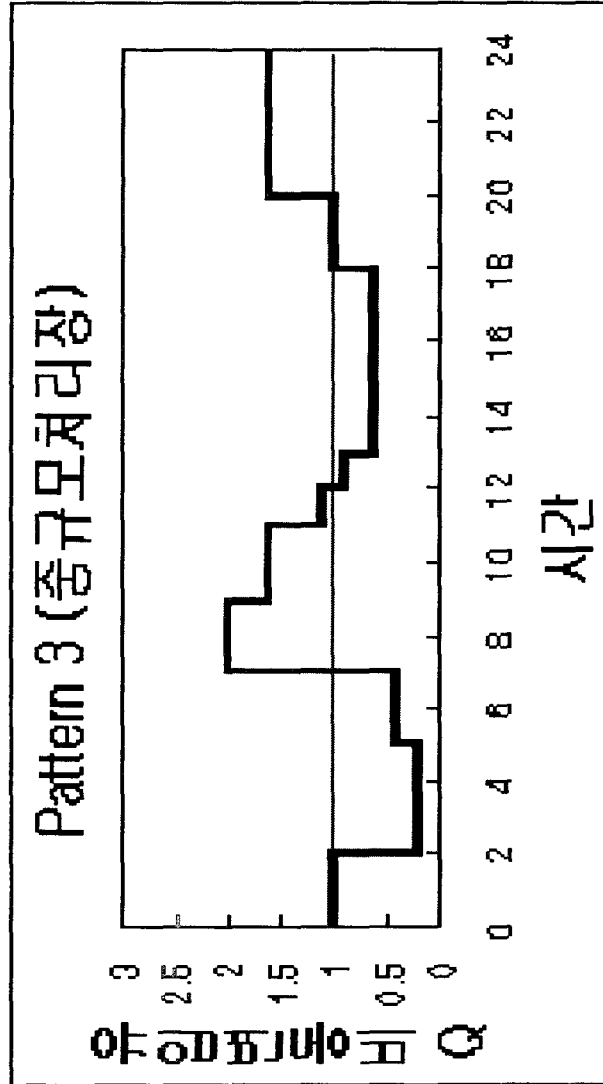


그림 3. 원수 유입 Pattern

유입변동 - Pattern 4

Pattern 4 : 0.2~2.9Q

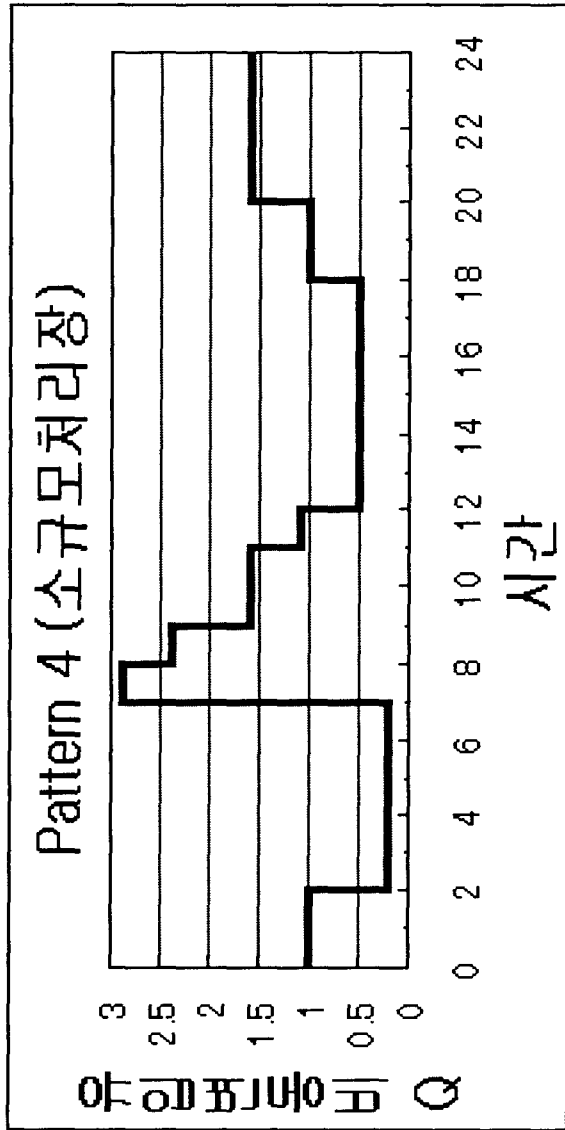


그림 3. 원수 유입 Pattern

실험조건

- 유량변동의 조정
 - ✓ 막투과유속을 변화
 - ✓ 호기조의 수위조절 (수위가 4500mm를 넘지 않도록 제어)
- 세정조건 : 1회/주 간격으로 약품역세(NaOCl)

표 2. 각 Pattern에서의 운전조건

수위 (mm)	Pattern 1		Pattern 2		Pattern 3		Pattern 4	
	LV (m/d)	Air (m ³ /h)	LV (m/d)	Air (m ³ /h)	LV (m/d)	Air (m ³ /h)	LV (m/d)	Air (m ³ /h)
3950 미만	정지	10	정지	10	정지	10	정지	10
3950~	0.8	15	0.8		0.8	20	0.8	20
4100~	1.0	20	1.0	20	1.2	25	1.4	25
4200이상			1.4		1.9		30	

LV : 막투과유속, Air : 포기량

실험결과 - Pattern 1

- LV=0.8(m/d) 일 때 정류량운전
- 폭기배율 : 막하부 10배 + 보조 3배

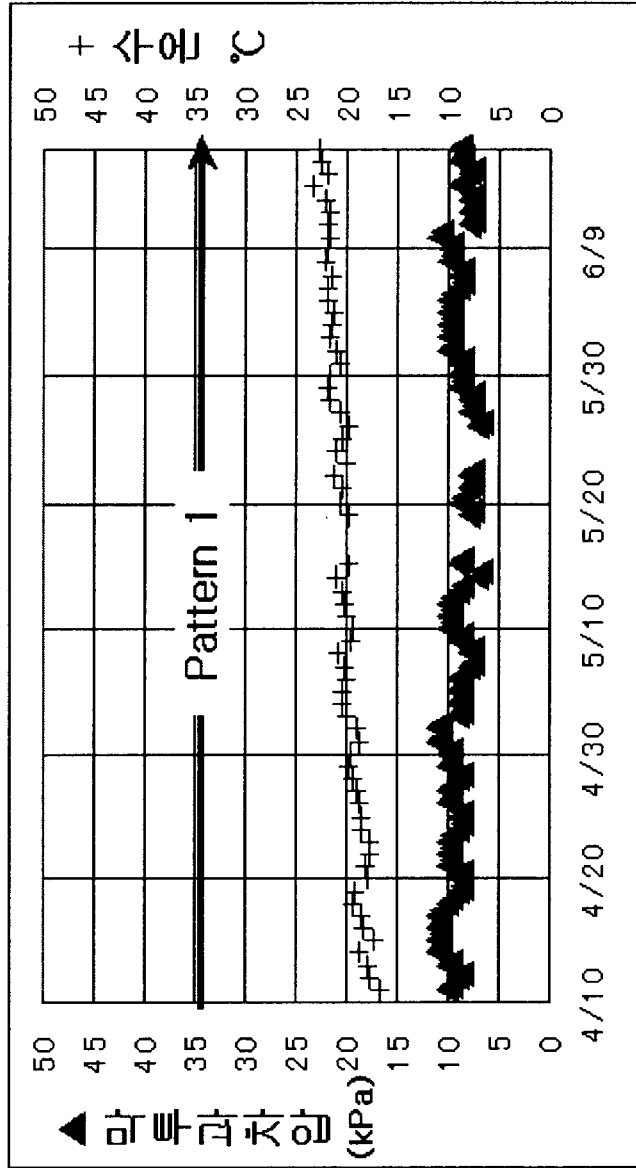


그림 4. Pattern 1에 따른 차압의 일 변화

실험결과 - Pattern 1

표 3. Pattern 1에서의 처리수질

항목	유출수
BOD (mg/l)	0.8
COD _{Mn} (mg/l)	6.0
TOC (mg/l)	3.9
SS (mg/l)	<0.4
T-N (mg/l)	8.2
NH ₄ -N (mg/l)	0.4
NO ₃ -N (mg/l)	7.5
PO ₄ -P (mg/l)	<0.02

실험결과 - Pattern 2, 3, 4

- Pattern 2 - ②이외의 Pattern에서는 차압이 안정됨
- Pattern 2 - ①에서는 세정이 부족한 경향

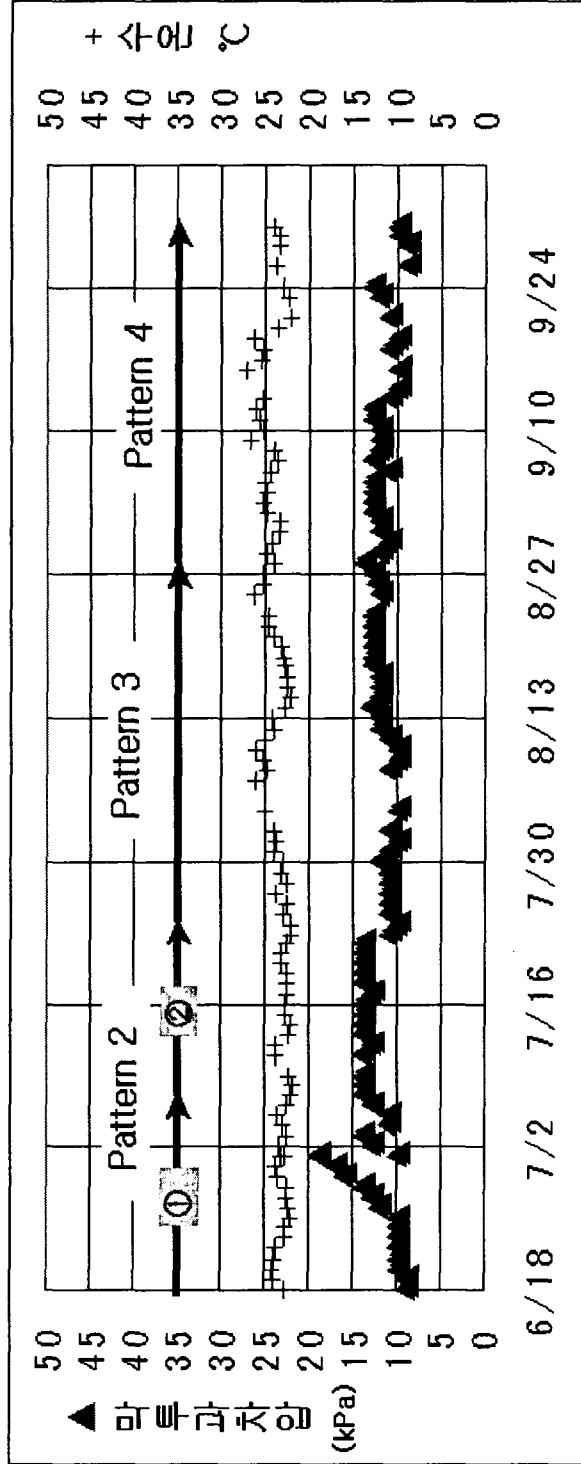


그림 5. 차압의 일변화 (LV=0.8m/d에서의 차압)

유입수량 변동에 따른 처리수질

표 4. 각 Pattern에서의 처리수질

항목	Pattern 1	Pattern 2	Pattern 3	Pattern 4
BOD (mg/l)	0.8	0.5	0.5	0.5
COD _{Mn} (mg/l)	6.0	5.4	5.3	5.3
TOC (mg/l)	3.9	3.8	3.4	3.7
SS (mg/l)	<0.4	<0.4	<0.4	<0.4
T-N (mg/l)	8.2	7.6	6.8	7.6
NH ₄ -N (mg/l)	0.4	0.3	0.33	<0.2
NO ₃ -N (mg/l)	7.5	6.8	6.0	6.8
PO ₄ -P (mg/l)	<0.02	0.35	1.27	2.2
폭기배율 (막하부)	10배	10배	10배	10배
폭기배율 (보조)	3배	3배	--	--

저수온시 유량변동 실험

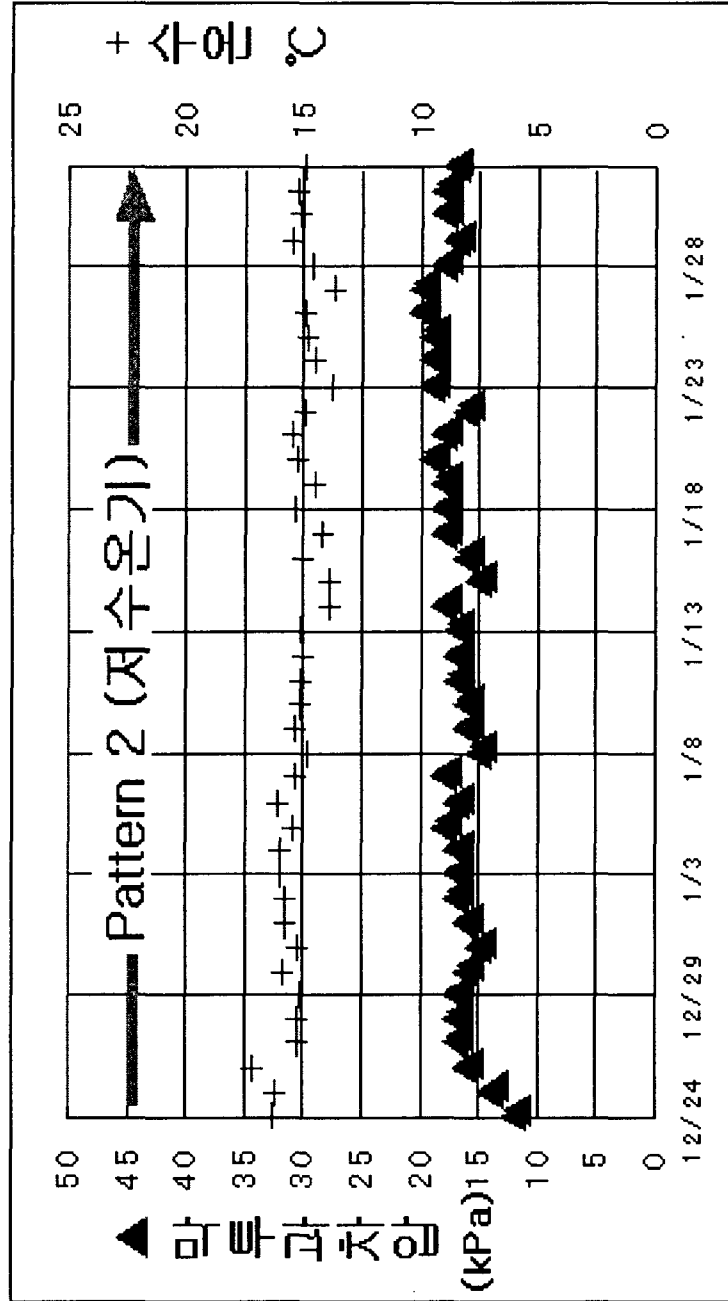


그림 6. 저수온시 차압 일 변화

저수온시 유량변동 실험

표 5. 저수온시 처리수질

항목	유출수내 농도
BOD (mg/l)	0.5
COD _{Mn} (mg/l)	6.1
TOC (mg/l)	4.3
SS (mg/l)	<0.4
T-N (mg/l)	8.1
NH ₄ -N (mg/l)	2.3
NO ₃ -N (mg/l)	5.1
PO ₄ -P (mg/l)	0.2

동절기 Pattern 2의 처리수질변화

- 고유입시간대 처리수내 $\text{NH}_4\text{-N}$ 가 1.0 mg/l 를 초과함
 → 폭기량을 항상 $\text{DO } 1.0 \text{ mg/l}$ 이상으로 조정

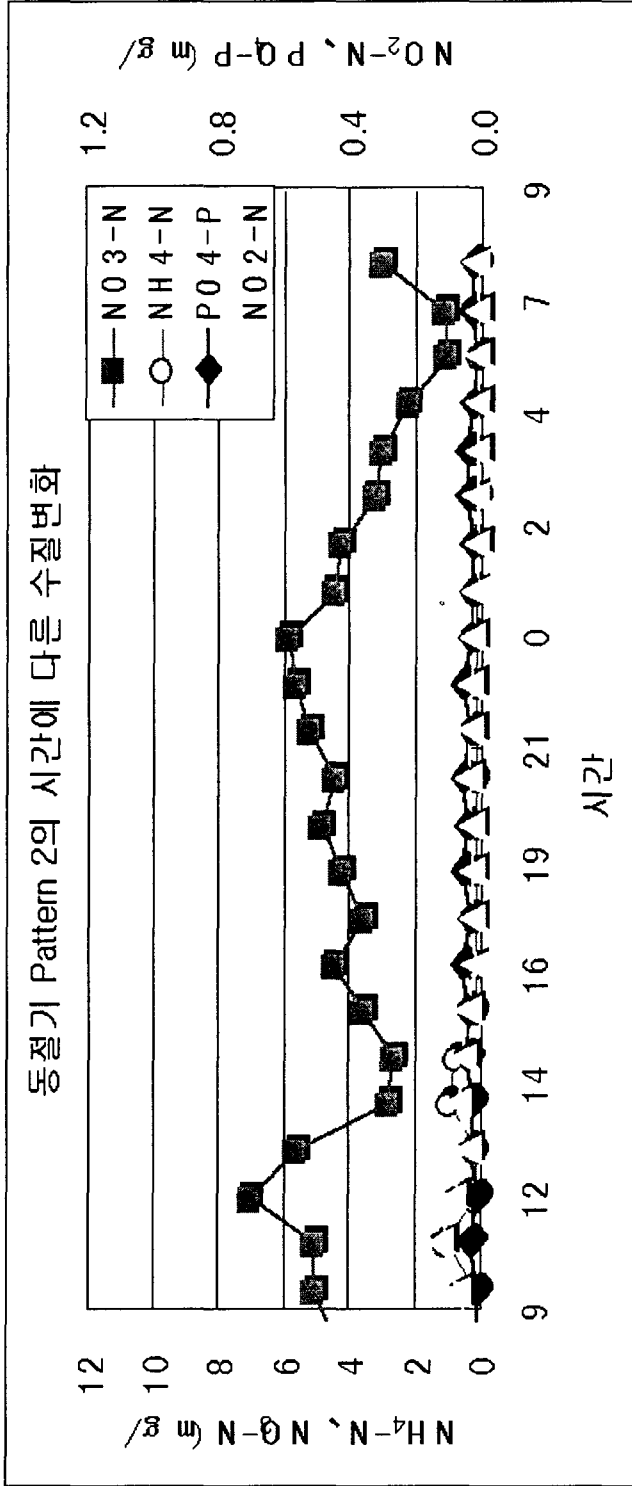
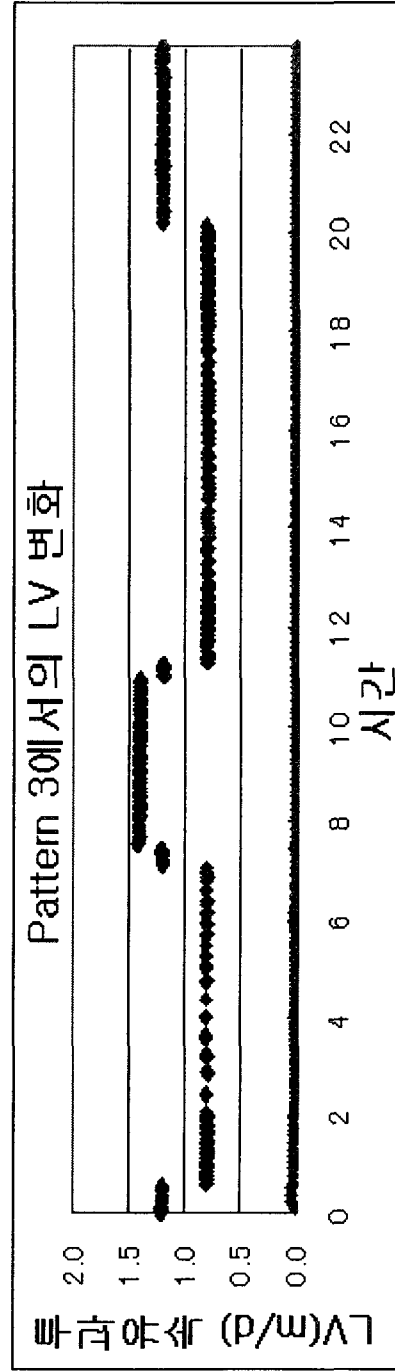
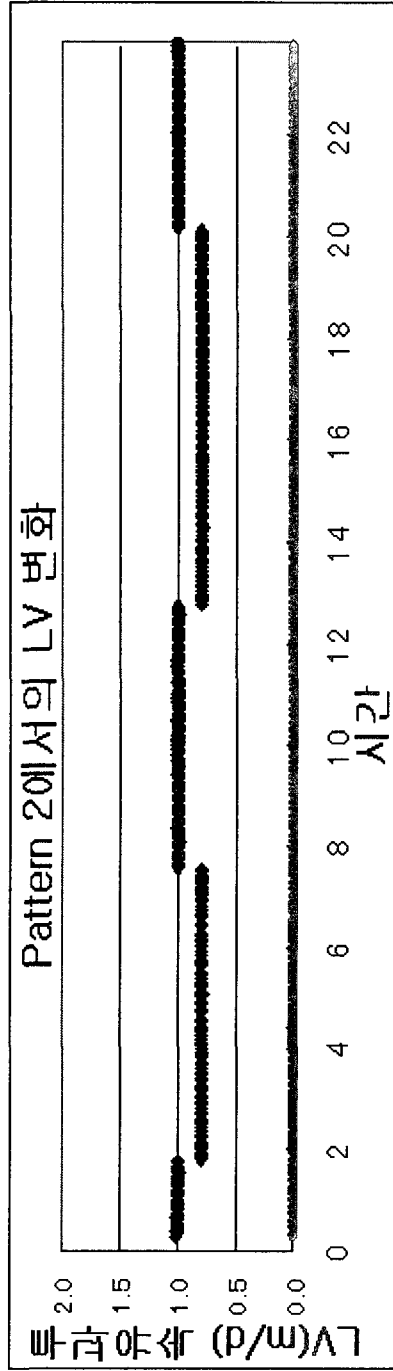
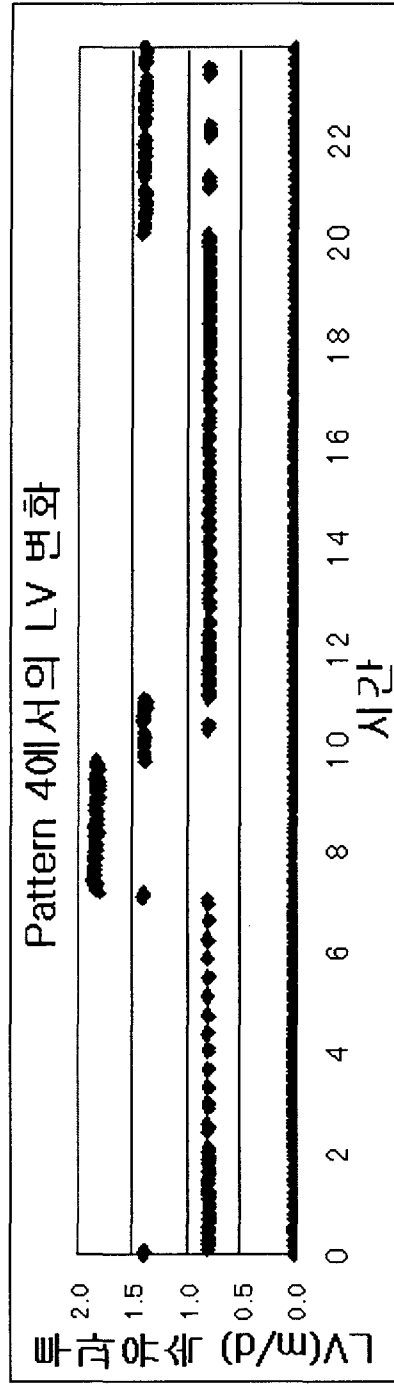


그림 7. 24시간 처리수질

각 Pattern에 따른 투과유속변화



각 Pattern에 따른 투과유속변화



결 론

- 일평균막투과유속을 0.8m/d로 하여 Pattern 1부터 4까지의 유량변동시험을 실시한 결과, 막하부의 폭기배출을 10배로 하여 양호한 처리수질과 안정된 여과성을 얻을 수 있었다. 단, 탈인과 관련하여서는 Pattern 3, 4에서 제거율이 악화되었다.
- 저수온시 고수온때와 비교하여 같은 양의 폭기량에서는 처리수중의 $\text{NH}_4\text{-N}$ 이 1ppm을 초과하였으나 폭기량을 증가시 1ppm 이하의 결과를 얻을 수 있었다.

향후전망

- 유량변동에 대한 대응성 향상을 위해 본 실험에 사용된 막과 같이 막투과유속이 높은 막이 개발되어야 한다.
- 막투과유속을 향상시켜 대규모의 수처리시설에 적용가능토록 해야함
- 고도처리를 위한 MBR 공법의 시설규모가 더욱 작아질 것임
- 폐색방지기술의 개발 (고농도 MLSS에서 운전)